

10531980

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP2004/010177

17.11.2004



REC'D	08 DEC 2004
WIPO	PCT

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 43 046 6

Anmeldetag: 16. September 2003

Anmelder/Inhaber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt eV,  
53175 Bonn/DE  
(vormals: 51147 Köln/DE)

Bezeichnung: Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor

IPC: F 01 N 3/021

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schmidt C

Patentanwälte Patent Attorneys  
VON KREISLER SELTING WERNER

Deichmannhaus am Dom  
D-50667 KÖLN

von Kreisler Selling Werner · Postfach P.O. Box 102241 · D-50462 Köln

Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V.  
Linder Höhe

D-51147 Köln

Unser Zeichen:  
031808de/Sg/scs

Patentanwälte  
Dipl.-Chem. Alek von Kreisler  
Dipl.-Ing. Günther Selting  
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Karsten Werner  
Dipl.-Chem. Dr. Johann F. Fues  
Dipl.-Ing. Georg Dallmeyer  
Dipl.-Ing. Jochen Hilleringmann  
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Peter Jönsson  
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Wilhelm Meyers  
Dipl.-Chem. Dr. Thomas Weber  
Dipl.-Chem. Dr. Jörg Helbing  
Dipl.-Ing. Alexander von Kirschbaum  
Dipl.-Chem. Dr. Christoph Schreiber

Köln,  
16. September 2003

Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor

Die Erfindung betrifft einen Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor, mit einem monolithischen porösen Filterkörper, der Zuströmkanäle und Abströmkanäle aufweist.

Es ist bekannt, die Abgase von Dieselmotoren durch einen Rußfilter zu leiten, der die Feststoffpartikel zurückhält. Der Ruß, der sich in dem Rußfilter sammelt, wird in Intervallen zu Asche verbrannt. Derartige Rußfilter haben eine Betriebstemperatur in der Größenordnung von 500°C. Für ihre Herstellung stehen Keramiken und Sinterkörper zur Verfügung. Herkömmliche Partikelfilter bestehen aus einem monolithischen Filterkörper aus porösem Material, der längslaufende Kanäle enthält. Diese Kanäle sind abwechselnd an dem einen und an dem gegenüberliegenden anderen Ende geschlossen. Jeweils zwei benachbarte

Kanäle bilden einen Zuströmkanal und einen Abströmkanal. Der Filterstrom geht durch die Wand hindurch, welche die beiden Kanäle voneinander trennt. Das bisher einzig für Keramiken zur Verfügung stehende Herstellungsverfahren arbeitet mit Extrusion einer keramischen Masse. Hierbei sind nur Profilstrukturen der Kanäle realisierbar, bei denen die Zuströmkanäle und die Abströmkanäle parallel zueinander verlaufen. An einem Ende ist der jeweilige Kanal durch gezielte Deformierung der Kanalwand verschlossen.

Dies beruht auf der Tatsache, dass bei größeren Abmessungen größere Temperaturdifferenzen und damit größere thermische Spannungen auftreten. Dies bedeutet, dass ein Fußfilter, der für einen Kleinwagen geeignet ist, nicht durch bloße Maßstabsvergrößerung in eine für größere Personenwagen oder gar Lastwagen geeignete Größe gebracht werden kann. Schließlich existiert keine wartungsfreundliche und kompakte Lösung für die Entnahme der bei dem Verbrennungsprozess anfallenden Asche.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor zu schaffen, der imstande ist, große Abgasströme, die mit oxidierbaren Partikeln beladen sind, zu reinigen.

Der erfindungsgemäße Partikelfilter weist die Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Hiernach kreuzt jeder Zuströmkanal mindestens einen Abströmkanal, von dem er durch eine Filterwand getrennt ist.

Die einander kreuzenden Zuström- und Abströmkanäle bewirken, dass der Abgasstrom von jedem Zuströmkanal auf mehrere Abströmkanäle verteilt wird. Die Zuströmkanäle haben nicht nur offene Einlässe, sondern auch offene Auslässe. Die in ihnen enthalte-

nen Partikel können somit zum Auslass transportiert werden. Die Zuströmkanäle bilden für die entstehenden Aschepartikel keine Sackgasse. Damit ist es möglich, die Poren weitgehend freizuhalten und ein Zusetzen des Filters zu vermeiden oder zeitlich hinauszuschieben.

Während konventionelle Filter bei der Regeneration den Nachteil haben, dass es im Endbereich des Filters zu stark überhöhten Temperaturen kommen kann, wird dieser Effekt bei der Erfindung vermieden. Durch die sich kreuzenden Strömungswege entsteht keine den Filter durchlaufende Wärmewelle.

Bei dem erfindungsgemäßen Filter geht der Gasweg durch die poröse Wand zwischen einem Zuströmkanal und mehreren Abströmkanälen hindurch, während die Asche in dem Zuströmkanal verbleibt und kontinuierlich oder in einem gesonderten Reinigungsprozess aus diesem herausgeführt werden kann. Es ist erforderlich, an dem Auslassende der Zuströmkanäle einen Gegendruck aufzubauen, um zu bewirken, dass die Gase durch die porösen Wände hindurchgehen. Ein Gegendruck kann dadurch erzeugt werden, dass die Zuströmkanäle in eine geschlossene Kammer münden. Hierbei handelt es sich bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung um einen Ascheraum, in dem die Asche gesammelt wird. Dieser Raum kann so groß gewählt werden, dass er imstande ist, über die Lebensdauer des Filters alle Asche aufzunehmen. Alternativ hierzu kann der Ascheraum auch eine Reinigungsöffnung aufweisen, durch die Asche herausgeführt werden kann.

Der Filterkörper kann wegen der sich kreuzenden Kanäle nicht in einem Profilfertigungsverfahren durch Extrudieren u.dgl. hergestellt werden. Die Kanalwände bestehen aus porösen Keramiken ( $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ...) oder metallischen Sintermaterialien, die beim Durchströmen von Gasen die mitgeführten Feststoffpartikel auf-

fangen und aus den Gasen herausfiltern. Das durch die Wand hindurchtretende Gas wird unter einem Winkel  $> 1^\circ$  zu den Zuströmkänen aus dem monolithischen Festkörper abgeführt. Das Kreuzen von Zuströmkänen und Abströmkänen bedeutet, dass die Strömungen einen beliebigen Winkel zueinander haben, der von Null verschieden ist.

Die Zuströmkäne und/oder die Abströmkäne können jegliche Querschnittsform haben, z.B. runden, dreieckigen oder viereckigen Querschnitt.

Die Herstellung des komplexen monolithischen Filterkörpers kann nach speziellen Herstellungsverfahren erfolgen, z.B. im Direct Typing Process, bei welchem mittels einer Siebdruckmaschine Schichten aus pastösen Materialien, die unterschiedliche Muster haben, übereinander geschichtet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Zuströmkäne Rohre sind, die ohne gegenseitige Wandberührungen durch Kammern hindurchgehen, welche die Abströmkäne bilden. Damit wird erreicht, dass die gesamte Umfangsfläche der Zuströmkäne als Filterfläche zur Verfügung steht. Auf diese Weise wird in einem Volumen eine relativ große Filterfläche realisiert.

Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Diese Erläuterung ist nicht dahingehend zu verstehen, dass sie den Schutzbezeich der Erfindung verringert. Dieser wird vielmehr durch die Intentansprüche bestimmt.

zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Längsschnittes durch eine erste Ausführungsform des Partikelfilters,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II von Figur 1, und

Fig. 3 eine perspektivische schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform, bei der die Zuströmkanäle durch Kammern hindurchgehen.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Partikelfilter ist ein Rußfilter für einen Dieselmotor. Er besteht aus einem ein-stückigen porösen Filterkörper 10, der in einem Rohr 11 untergebracht ist und beispielsweise eine Rohrhälfte ausfüllt. Der Filterkörper 10 besteht aus einem porösen Material, insbesondere aus Keramik oder Sintermetall. Er hat eine hohe Temperaturbeständigkeit von mindestens 1500°C.

In dem Filterkörper 10 sind zahlreiche längslaufende Zuströmkanäle 12 ausgebildet, die in Figur 2 hell dargestellt sind. Die Zuströmkanäle haben hier rechteckigen Querschnitt und sie sind durch Umfangswände begrenzt. Jeweils eine Gruppe von Zuströmkanälen 12 ist in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Zwischen zwei benachbarten Ebenen von Zuströmkanälen 12 befindet sich jeweils eine Ebene von Abströmkanälen 13. Die Zuströmkanäle und die Abströmkanäle sind so angeordnet, dass sie sich gegenseitig kreuzen. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel verlaufen sie rechtwinklig zueinander. Zwischen einer Gruppe von Zuströmkanälen 12 und einem Abströmkanal 13 befinden sich Filterwände. Von den vier Wänden, die einen Zuströmkanal 12 begrenzen, wirken bei diesem Ausführungsbeispiel nur zwei Wände als Filterwände, nämlich diejenigen Wände, die den Zuströmkanal 12 von

den angrenzenden Abströmkanälen 13 trennen. Die beiden anderen Wände üben keine Filterfunktion aus.

Die Zuströmkanäle 12 erstrecken sich geradlinig durch den Filterkörper 10 hindurch von einem Einlassende 14 bis zu einem Auslassende 15. In dem rohrförmigen Gehäuse 11 ist im Anschluss an das Auslassende 15 ein druckdicht geschlossener Beruhigungsraum 17 vorgesehen, bei dem es sich um einen Ascheraum handelt. In dem Beruhigungsraum wird die Strömungsgeschwindigkeit stark reduziert und die Asche abgelagert. Die Zuströmkanäle 12 münden in den Raum 17, in dem sich ein Druck aufbaut. Dort sammelt sich auch die Asche 18, die in den Zuströmkanälen 12 entstanden ist und infolge von Vibrationen zu dem Raum 17 gelangt ist. Der Raum 17 kann eine Klappe zum Entfernen der Asche 18 enthalten.

Über dem Filterkörper 10 befindet sich in dem Gehäuse 11 ein Raum 20, der sich über die gesamte Länge des Gehäuses 11 erstreckt. In diesen Raum 20 münden die Ausströmkanäle 13 des Filterkörpers 10. Der Raum 20 weist eine Auslassöffnung 21 auf, durch die die gereinigten Gase ausströmen.

Beim Betrieb als Rußfilter werden die Fahrzeugabgase, die durch die Pfeile 23 bezeichnet sind, den Zuströmkanälen 12 zugeführt. Im Filterkörper 10 setzt sich der Ruß ab, während die Gase durch die Filterwände in die Abströmkanäle 13 und von dort in die Kammer 20 strömen.

Zur Regenerierung des Filterkörpers 10 wird dieser erhitzt, so dass der Ruß oxidiert und zu Asche verbrennt. Dadurch werden die Poren der Filterwände wieder frei. Die Asche gelangt durch Vibrationen des Fahrzeugs und unter der Wirkung der Gasströmung in den Raum 17.

Während bei dem ersten Ausführungsbeispiel nur zwei der vier Wände eines jeden Zuströmkanals 12 als Filterwände wirken, sind bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 3 sämtliche vier Wände Filterwände. Bei diesem Ausführungsbeispiel verlaufen die Zuströmkänele 12 in Form rechteckiger Rohre von einem Einlassende 14 zu einem Auslassende 15. Das Auslassende 15 führt zu einer (nicht dargestellten) geschlossenen Kammer, die als Aschekammer ausgebildet sein kann.

Über die Länge der Zuströmkänele 12 ist der Filterkörper durch quer verlaufende Wände 25, 26 und 27 in Kammern 28, 29 unterteilt, die die Abströmkänele 13 bilden. Die gereinigten Gase 30 verlassen den Filterkörper und gelangen in einen (nicht dargestellten) Sammelraum.

Man erkennt in Figur 3, dass jeder Zuströmkanal vier Filterwände W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> und W<sub>4</sub> aufweist. Dies ist dadurch möglich, dass die rohrförmigen Zuströmkänele 12 gegenseitige Abstände haben. Die Wände 25, 26 und 27 dienen auch dazu, die Zuströmkänele 12 mechanisch zu halten.

Die Funktion des Fußfilters nach Figur 3 ist gleich wie diejenige des ersten Ausführungsbeispiels, so dass eine nochmalige Funktionsbeschreibung unterbleibt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor, mit einem monolithischen porösen Filterkörper (10), der Zuströmkanäle (12) und Abströmkanäle (13) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jeder Zuströmkanal (12) mindestens einen Abströmkanal (13) kreuzt, von dem er durch eine Filterwand (W1,W2,W3,W4) getrennt ist.
2. Partikelfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zuströmkanal (12) mehrere Abströmkanäle (13) und jeder Abströmkanal mehrere Zuströmkanäle kreuzt.
3. Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Zuströmkanäle (12) in einer ersten Ebene aneinander grenzend und mehrere Abströmkanäle (13) in einer hierzu parallelen zweiten Ebene aneinander grenzend angeordnet sind.
4. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuströmkanäle (12) Rohre sind, die ohne gegenseitige Wandberührung durch Kammern (28,29) hindurchgehen, welche die Abströmkanäle (13) bilden.
5. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abströmkanäle (13) Rohre sind, die ohne gegenseitige Wandberührung durch Kammern hindurchgehen, welche die Zuströmkanäle (12) bilden.

6. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuströmkanäle (12) in einen Beruhigungsraum (17) münden.
7. Partikelfilter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Beruhigungsraum (17) ein Ascheraum ist.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Partikelfilter für einen Verbrennungsmotor

Der Partikelfilter weist einen monolithischen Filterkörper (10) auf, der Zuströmkanäle (12) und hierzu unter einem Winkel verlaufende Abströmkanäle (13) aufweist. Jeder Zuströmkanal ist von den Abströmkanälen durch mindestens eine Filterwand getrennt. Die Zuströmkanäle (12) verlaufen geradlinig in eine Kammer (17), in der sich die Asche ansammelt. Die gereinigten Gase verlassen den Partikelfilter durch einen Auslass (21).

(Fig. 1)

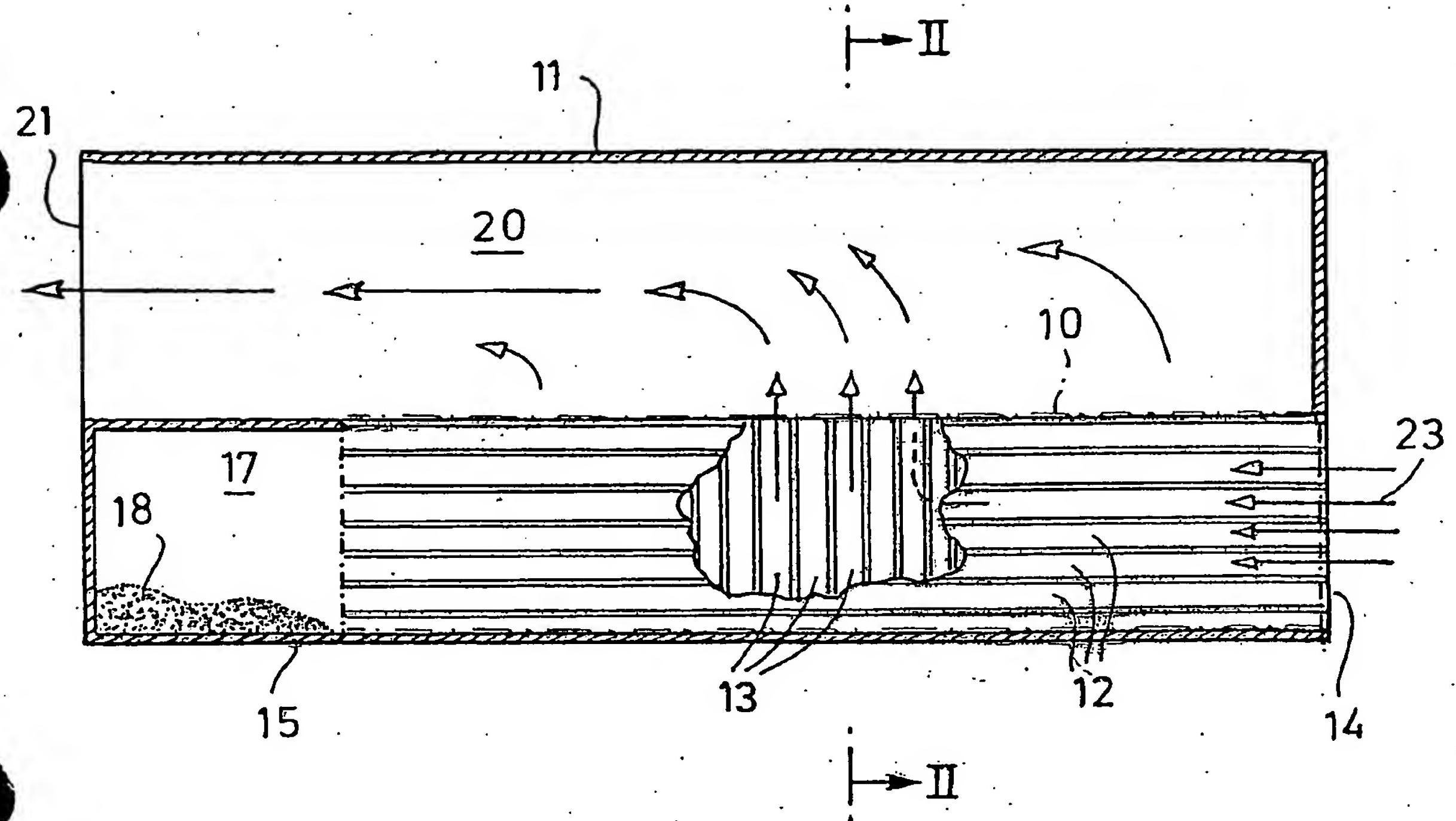


Fig.1

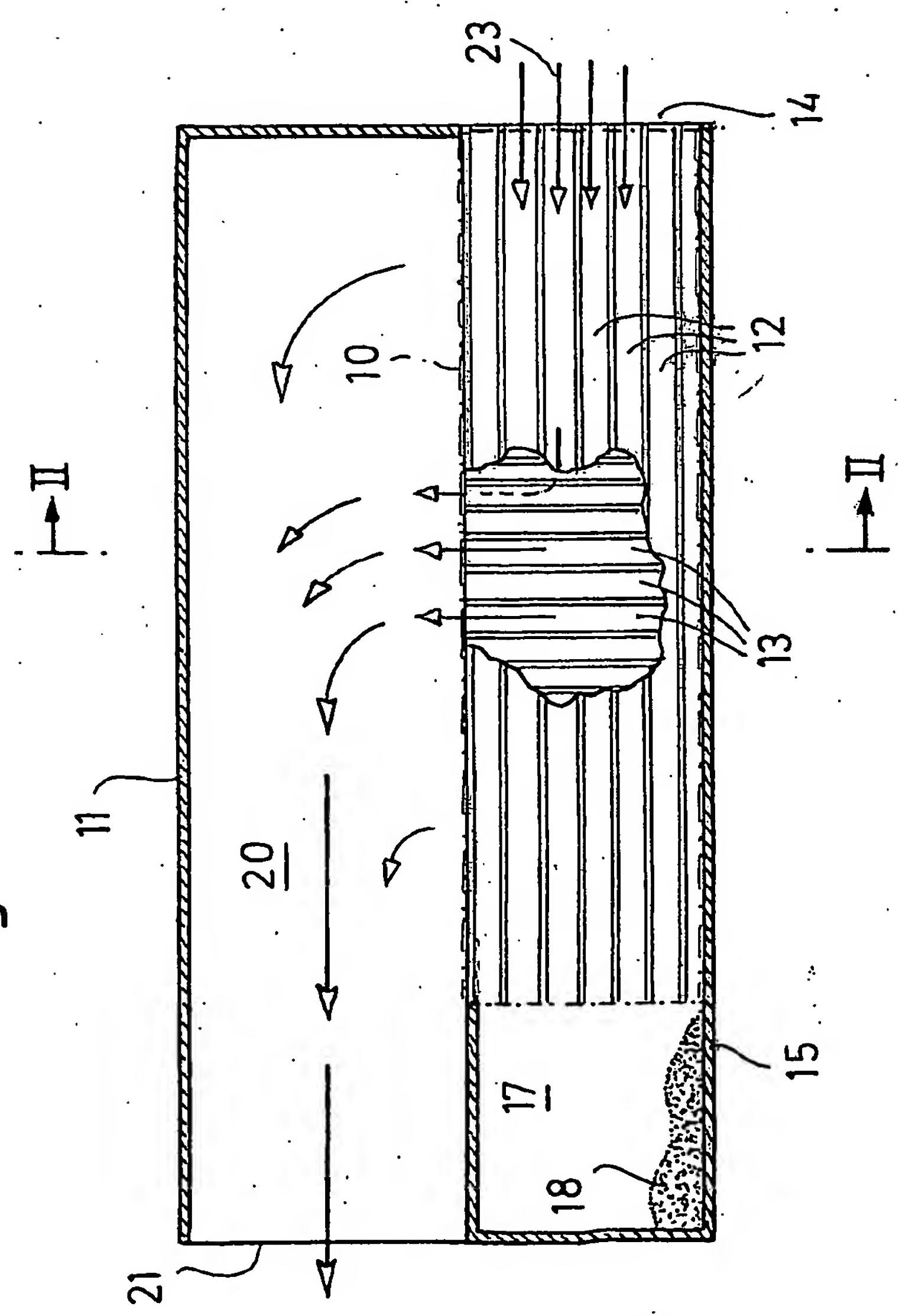
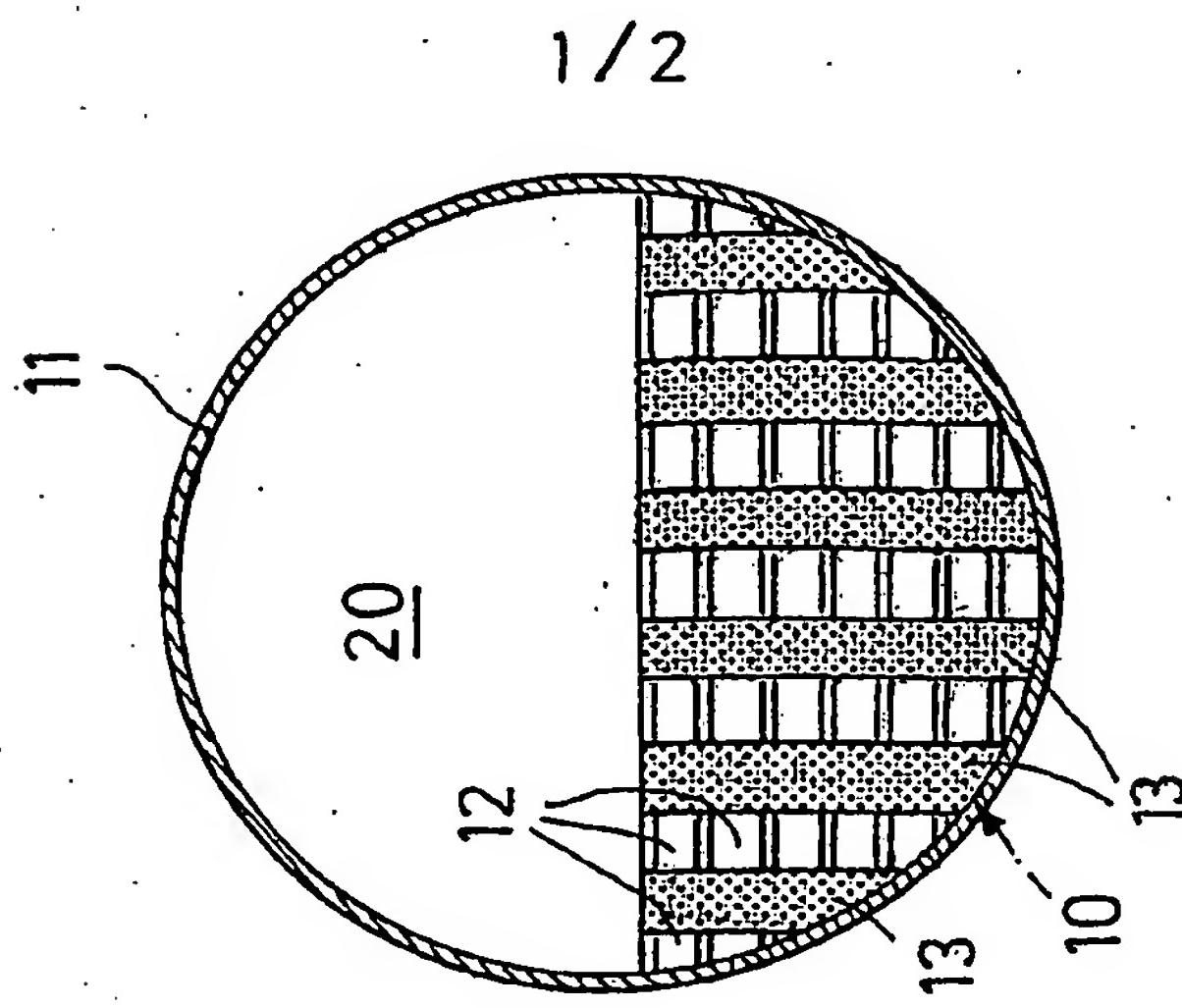


Fig.2



2/2

Fig. 3

